

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Mia Ružička

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

GMO u proizvodnji kukuruza

Završni rad

Osijek, 2018.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET U OSIJEKU

Mia Ružička

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Hortikultura

GMO u proizvodnji kukuruza

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. prof. dr. sc. Emilija Raspudić, mentor
2. prof. dr. sc. Mirjana Brmež, član
3. izv. prof. dr. sc. Ivana Majić, član

Osijek, 2018.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Poljoprivredni fakultet u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij smjera Hortikultura

Završni rad

Mia Ružička

GMO u proizvodnji kukuruza

Sažetak: Cilj ovog rada bio je opisati prednosti i nedostatke genetski modificiranih hibrida kukuruza. Kukuruz je podrijetlom iz Centralne Amerike. Prvi GM kukuruz nastao je 1973. godine. U Americi je danas više od 80% usjeva kukuruza, soje i pamuka GMO podrijetla. Jedan od osnovnih razloga zbog kojeg se GMO hrana počela proizvoditi bila je veća otpornost od štetnih organizama. Prednosti koje nudi (GM) hibridi su: veća tolerancija na stres, brži rast, hranjivije namirnice, bolja otpornost na štetočine i bolesti, te otpornost prema herbicidima. Najznačajniji štetnici kukuruza su kukuruzna zlatica i kukuruzni moljac. Najvažniji i najefikasniji način kojim se suzbija kukuruzna zlatica je plodored. Da bi se umanjile štete od kukuruznog moljca treba provoditi preventivne mjere zaštite bilja, a to su agrotehničke, mehaničke i treba uzgajati otporne hibride. Kukuruz se u Hrvatskoj uzgaja na površini od oko 300 000 hektara. Danas se genetičkim inženjeringom uz primjenu insekticida u borbi protiv štetnika stvaraju biljke otporne na štetne kukce. MON 810 genetski modificirani kukuruz koristi se širom svijeta.

Ključne riječi: GMO, štetnici kukuruza, kukuruzni moljac, kukuruzna zlatica

23 stranice. 2 tablice. 18 slika, 22 literaturni navod

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agriculture of Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Horticulture

BSc Thesis

GMO corn production

Summary: Summary: The aim of this paper was to describe the advantages and disadvantages of genetically modified corn hybrids. Corn is originally from Central America. The first GM corn was made in 1973. Today in America there is more than 80% GMO origin of crops of corn, soy and cotton. One of the main reasons why GMO food started to produce was greater resistance to harmful organisms. The benefits offered by (GM) hybrids are: greater tolerance to stress, faster growth, nutritious foods, better resistance to pests and diseases and resistance from herbicides. The most important corn pests are corn beetle and corn borer. The most important and the most effective way to counteract the corn beetle is plodored. To reduce the damage of corn borer preventive measures, such as agrotechnical, mechanical and cultivated resistant varieties, should be implemented for the protection of plants. The corn is grown in Croatia on an area of about 300,000 hectares. Genetic engineering uses insecticides in the fight against pests and creates plants that are resistant to harmful insects. Genetic modified corn, MON 81, is used around the world

Key words: GMO, pests of corn, corn rootworm, corn borer

23 pages. 2 tables. 18 figures, 22 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agriculture in Osijek and indigital repository of Faculty of Agriculture in Osijek

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. NAJZNAČAJNIJI ŠTETNICI KUKURUZA.....	2
2.1. Kukuruzna zlatica.....	2
2.2. Kukuruzni moljac.....	5
2.3. Kukuruzna sovica.....	8
2.4. Kukuruzna pipa.....	9
2.5. Žičnjaci.....	10
3. MJERE SUZBIJANJA ŠTETNIH ORGANIZAMA.....	12
3.1. Mjere suzbijanja štetnih organizama na kukuruzu	14
4. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI (GMO).....	15
4.1. GMO u Hrvatskoj.....	16
4.2. GMO u svijetu.....	17
5. ZAKLJUČAK.....	20
6. POPIS LITERATURE.....	21

UVOD

Cilj i svrha pisanja završnog rada na navedenu temu je definirati pojmove kroz sljedeća poglavlja:

- najznačajniji štetnici kukuruza
- mjere suzbijanja štetnih organizama
- genetski modificirani organizmi (GMO)

Kukuruz je porijeklom iz Centralne Amerike. Kao drevna kultura u Americi poznat je tamošnjim stanovnicima koji su živjeli oko 4.000 godina prije Nove ere. Uz pšenicu i rižu jedna je od vodećih ratarskih kultura u svijetu i Hrvatskoj (Džoić, 2009.) U Hrvatskoj je 2016. godine zasijano 252 072 ha s proizvodnjom od 2 154 47 t i prosječnim prihodom od 8,5 t/ha (Zavod za statistiku, 2017.). Poslije otkrića Amerike prenesen je u Europu. U zemljama Novog svijeta nalazi se najbogatija i najraznovrsnija fauna na kukuruza koja predstavlja prirodni kompleks i obogaćena je nizom novih vrsta kao rezultatom uzgoja kukuruza tijekom nekoliko milijuna godina (Bača i sur., 1995.). Više je mjera suzbijanja štetnih organizama u usjevu kukuruza u koje spada i genetsko modificirani organizam. U Americi je danas više od 80% usjeva kukuruza, soje i pamuka GMO podrijetla.

Potencijalne prednosti genetički modificiranih organizama (GMO) mogu biti povećana poljoprivredna proizvodnja, bolja prehrana i ukusnija hrana, ali s druge strane postoje sumnje na moguće neočekivane štetne zdravstvene efekte, onečišćenje okoliša i komercijalno iskorištavanje. Postoji nekoliko tipova genetičkih modifikacija koje su u komercijalnoj upotrebi. Prva modifikacija odnosi se na problem otpornosti na neke herbicide, druga se pak bavi otpornošću na neke kukce dok se treća vrsta bavi otpornošću na razne viruse (Vrgoč, 2009.).

2. NAJZNAČAJNIJI ŠTETNICI KUKURUZA

Neki od najznačajnijih štetnika koji se pojavljuju tijekom vegetacije na kukuruзу su:

- kukuruzna zlatica;
- kukuruzni moljac;
- kukuruzna sovica;
- kukuruzna pipa;
- žičnjaci.

2.1. Kukuruzna zlatica

Od početka dvadesetog stoljeća pa sve do danas kukuruzna zlatica (*Diabrotica virgifera virgifera*) predstavlja veliki problem u proizvodnji kukuruza. Iz Sjeverne Amerike u Europu prenesena je 1992.godine. U Hrvatskoj se prvi puta pojavljuje 1995.godine u Bošnjacima. Do danas je zabilježena u cijelom kontinentalnom dijelu gdje je prisutan uzgoj kukuruza, a posebno ako je uzgoj u monokulturi. Plodored je najvažniji način suzbijanja kukuruzne zlatice (Ivezić, 2008.)

Dužina tijela kod odraslog imaga kukuruzne zlatice kreće se od 4.2 do 6.2 mm. Veličina tijela mužjaka iznosi od 4.4 do 6.6 mm, dok kod ženke iznosi od 4.2 do 6.8 mm. Pokrilje i nadvratni štiti su žute boje. S obje strane pokrilja ženka ima po jednu uzdužnu crnu prugu (Slika 1.), a kod mužjaka su pruge proširene i pokrivaju najveći dio pokrilja (Slika 2.). Kod mužjaka su ticala veća i duža od dužine tijela. Jaje je dugo oko 0.5 mm, blijedožute boje te ovalnog oblika. Obloženo je jajnom ljuskom koja je sastavljena od šestokutnih jamica ili poligona (Bača i sur., 1995.).



Slika 1. Ženka kukuruzne zlatice

Izvor: <http://1.bp.blogspot.com/-Pbez4SKPJsI/VMp03xnMLjI/AAAAAAAAALQ/0Ngk0VxFXN8/s1600/diabroticaaa.png>



Slika 2. Mužjak kukuruzne zlatice

Izvor: <http://pzkrug.com/wp-content/uploads/2015/07/odrasla-zlatica-300x205.png>

Ličinka je tanka i crvolika, bijele boje. Tijelo je izduženo, s tamnom kapsulastom glavom (Slika 3.). U prvom stadiju duljina ličinke je oko 3 mm, dok je u trećem, najštetnijem razvojnem stadiju duljina ličinke oko 13 mm.

Kukuljica kukuruzne zlatice bijele je boje. Spolovi se lako određuju jer kukuljice budućih ženki na sebi nose izraštaje koji su u obliku bradavica. Te bradavice se nalaze pri završetku abdomena. Kod kukuljica budućih mužjaka ti izraštaji ne postoje (Džoić, 2009.).



Slika 3. Ličinka kukuruzne zlatice

Izvor: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/43/Diabrotica_virgifera_virgifera_larvae.jpg

Kukuruzna zlatica ima jednu generaciju godišnje. U našim uvjetima izlazak imaga iz tla počinje u drugoj ili trećoj dekadi lipnja. Vrlo brzo nakon izlaska prvih ženki u polju kukuruza započinje parenje. Tijekom životnog ciklusa mužjaci se u prosjeku pare 8,2

puta, dok se ženke uglavnom pare samo jednom. Tijekom ovipozicije jedna gravidna ženka može odložiti od 100 do 1000 jaja. Tla na koja zlatica odlaže jaja, a ujedno i najviše pogoduju za razmnožavanje kukuruzne zlatice su černozem i livadska crnica. Na takvim tlima ženka polaže najviše jaja, ličinke se brže kreću i tako lakše dolaze do hrane. Ličinka kukuruzne zlatice nanosi najveće štete na kukuruзу. Prolazi kroz 3 razvojna stadija. Prvi razvojni stadij ličinki hrani se sitnim korijenovim dlačicama, dok se kod drugog i trećeg stadija tijekom ishrane stvaraju ožiljci i prave se tuneli unutar korijena i u vršcima korijena. Ličinke stvaraju oštećenja tako što se hrane korijenom kukuruza i time ograničavaju prijenos vode i hranjivih tvari biljci u razvoju. Ovakva oštećenja korijena uzrokuju polijeganje biljaka kukuruza nazvano „gušćiji vrat“ (Slika 4) (Džoić, 2009.).



Slika 4. Polegnuti kukuruz u obliku „gušćiji vrat“
(foto: E. Raspudić)



Slika 5. Oštećenje lista od imaga kukuruzne zlatice

Izvor: http://pzkrug.com/wp-content/uploads/photo-gallery/IMG_20150704_095454.jpg

Kukuruzna zlatica prezimljuje u tlu u stadiju jajeta. Ličinke izlaze u proljeće, u drugoj polovici svibnja. Nakon toga se hrane korijenjem kukuruza. Razdoblje glavnih šteta je u vremenu svibanj-lipanj. Kukulji se u tlu. Razvoj kukuljice traje 8-15 dana. Krajem lipnja i početkom srpnja pojavljuju se odrasli oblici.

Masovna pojava imaga je u periodu od 15. srpnja do 15. kolovoza. Odrasli oblici žive 5-7 tjedana, neke jedinke i dulje. Lete vrlo dobro i tako šire zarazu. Kad se pojave hrane se na lišću (Slika 5), a nastavljaju ishranu peludom na metlici te na svili. Mogu se naći i na cvjetovima biljaka iz porodice Cucurbitacea, na soji i cvjetovima suncokreta. Nakon kopulacije ženke odlažu velik broj jaja (i do 1000) u tlo. Prije zime imaga uginu (Gvozdić, 2011.).

2.2. Kukuruzni moljac

Kukuruzni moljac (*Ostrinia nubilalis*) napada preko 200 biljnih vrsta te se ubraja u polifagne štetnike. Najznačajnije štete pravi na kukuruzu. U Europi su utvrđena dva različita tipa kukuruznog moljca. Prvi tip preferira ishranu na kukuruzu dok je drugi pronađen na korovnoj vrsti divlji pelin (*Artemisia vulgaris*) (Sarajlić, 2015.)

Kukuruzni moljac je leptir i kod njega se javlja spolni dimorfizam. Ženka je svijetlo žuto – smeđe boje, dok joj je raspon krila od 25 do 34 mm (Slika 6.). Mužjak ima tamna smeđa krila raspona od 20 do 26 mm te je dosta manji od ženke (Slika 7.). Ovipozicija traje oko 14 dana. Tijekom svog života ženke odlažu od 400 do 600 jaja. Životni vijek odraslih leptira traje 18 – 24 dana. Na naličju lista, najčešće uz glavnu žilu odlaže 15-20 jaja u skupinama.



Slika 6. Ženka kukuruznog moljca

Izvor: <http://aramel.free.fr/Ostrinia-nubilalis-f.jpg>



Slika 7. Mužjak kukuruznog moljca

Izvor: www.enciklopedija.hr/IlustracijeT/HOL_3095.jpg

Gusjenice su svijetlo smeđe do ružičasto – sive boje s tamnom glavom. Na svakom segmentu tijela imaju tamne pjege iz kojih izlazi po jedna dlačica. Gusjenica može narasti do 2,5 cm (Slika 8.).



Slika 8. Gusjenica kukuruznog moljca

Izvor: http://entnemdept.ufl.edu/creatures/field/european_corn_borer03.JPG



Slika 9. Kukuljica kukuruznog moljca

Izvor: www.chromos-agro.hr/wp-content/uploads/Kukuruzni-moljac3.jpg

Kod ženki kukuljica je duga od 16 do 17 cm dok je kod mužjaka duga oko 13 – 14 cm (Slika 9.). Gusjenice se kreću unutar biljke ili po njoj te tako nalaze odgovarajući izvor hrane (Sarajlić, 2015.).

Biljka kukuruza je najprivlačnija u fazi metličanja i svilanja zbog niskog sadržaja flavonoida, te se zbog toga javlja visok postotak preživjelih gusjenica koje mogu biti i na

otpornim i na neotpornim hibridima niže grupe zriobe. Od prvog do trećeg stadija gusjenice se hrane na listu kukuruza, dok se u zadnja dva stadija ubušuju u stabljiku te prave hodnike u kojima izgrizaju unutrašnjost stabljike i time onemogućuju kretanje vode i hranjivih tvari u biljci (Sarajlić, 2015.) (Slika 10.).



Slika 10. Oštećenje od gusjenice kukuruznog moljca na stabljici kukuruza
(foto: E. Raspudić)



Slika 11. Oštećenje lista kukuruza od gusjenice kukuruznog moljca
(foto: E. Raspudić)

Kod napada prve generacije kukuruznog moljca biljka kukuruza je još niska i listovi nisu potpuno razvijeni. Gusjenice ulaze u listove koji još nisu razvijeni jer je povećan sadržaj

vlage koja im je potrebna za život. Tamo nastavljaju ishranu, a nakon otvaranja takvih listova vide se rupice u nizu koje su posljedica ishrane gusjenica (Slika 11.).

Pri jakom napadu, zbog težine klipa stabljika se lomi i dolazi do gubitka prinosa. Gusjenice druge generacije napadaju klip kukuruza gdje se hrane unutar drške klipa ili čak na samome zrnu kukuruza. Uzrokuju sekundarne štete kao što su naseljavanje gljivica iz roda *Fusarium*.

Kako bi se smanjilo zagađenje okoline sve češće se koriste biopesticidi za biološku zaštitu. Već duže vrijeme u Hrvatskoj dozvolu za suzbijanje imaju sredstva na bazi bakterije *Bacillus thuringiensis* Berliner. Primjenom insekticida na bazi *B. thuringiensis* može se osigurati učinkovitost do 80% od prve generacije kukuruznog moljca (Sarajlić, 2015.). Jedan od bioloških pripravaka je Biobit XL koji sadrži spor i toksine bakterije *B. thuringiensis*. Primjenom pripravka Biobit XL napad kukuruznog moljca je smanjen za približno 50% kod samo jednog tretiranja (Majić i sur., 2014.).

2.3. Kukuruzna sofica

Kukuruzna sofica (*Helicoverpa armigera*) (Slika 12.) svrstava se među najopasnije štetnike kukuruza. Najveće štete pravi na klipu kukuruza. (Slika 13.) Jaja najčešće odlaže na svilu klipa. Svikom se hrane gusjenice prvog stupnja, dok se gusjenice drugog stupnja zavlače ispod omotača klipa gdje prave hodnike na površini klipa. Nakon što se formiraju zrna, gusjenice kukuruzne sovice se njima hrane

(<http://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/20300>)



Slika 12. Leptir i ličinka sovice

Izvor:http://pinova.hr/media/34/2014/09/01/e93a52f7743f67d396931600121712d5_677812bdecf0b7e710c2f5167afb6844_crop.jpg



Slika 13. Oštećenje na klipu kukuruza

Izvor:<http://pissrbija.com/RegionRU/Lists/Photos/okopavine/ostecenja%20od%20insekata.JPG>

Kukuruzna žuta ili pamukova soвица je leptir koji ima raspon krila oko 4 cm pri čemu boja varira od prljavo žute do tamne. Također, boja se mijenja i kod gusjenice pa tako one mogu biti svijetlozelene, žute ili pak crvenkasto – smeđe boje ovisno o biljci na kojoj se hrane.

Duljina gusjenice kad odraste iznosi od 3,5 do 4 cm

(<http://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/20300>).

Kukuruzna soвица pojavljuje se ovisno o temperaturi u proljeće pri čemu se najčešće javljaju kada je temperatura tla na 10 cm, 16 do 17 °C, a srednja dnevna 18 do 20 °C. Aktivnost leptira najveća je u večernjim satima (Pinova, 2017.).

2.4. Kukuruzna pipa

Kukuruzna pipa (*Tanymecus dilaticollis*.) (Slika 14) je kukac koji štetu nanosi na način da izgriza lišće mladih biljaka kukuruza (Slika 15.). Obično se pojavljuje tijekom toplog i suhog proljeća ili pak umjerenog vlažnog ljeta i velike površine pod kukuruzom. Najopasnija je tijekom travnja i svibnja, a kritičan period predstavlja nicanje kukuruza do faze formiranja 3 do 4 lista kada kornjaši, koji izlaze s mjesta prezimljenja na poljima gdje je prethodne godine bio posijan kukuruz, rade polumjesečaste grizotine na listu (Ćosić i sur., 2008.).

Odrasla kukuruzna pipa sive je boje i dužine od 6 do 8 mm zbog čega se naziva siva kukuruzna pipa. Ona prezimljuje u tlu u stadiju odraslog kukca, dok iz tla izlazi kad je

temperatura površinskog sloja oko 10 °C. Nakon što izađu iz tla, odrasli oblici hrane se u vremenu od 5 do 15 dana, uslijed čega spolno sazrijevaju, pare se, a ženske odlažu jaja u tlo u blizini biljke hraniteljice. Prve ličinke uglavnom ne prave štetu, a hrane se sitnim korijenjem različitih biljaka te se pojavljuju krajem svibnja. Odrasli kukci pojavljuju se krajem kolovoza u tlu te do idućeg proljeća ne izlaze na površinu nego prezimljuju u tlu u komorici u kojoj se ličinka kukuljila. Godišnje ima samo jednu generaciju (Savjetodavna služba, 2014.).



Slika 14. Kukuruzna pipa



Slika 15. Štete na lišću mladih biljaka kukuruza

Izvor: https://www.gospodarstvo-petricovic.hr/kor/_data/i/upload/2016/05/05/2016050509425-0558ae08-2s.jpg Izvor: [https://www.agroklub.com/upload/slike/stete\(3\).jpg](https://www.agroklub.com/upload/slike/stete(3).jpg)

2.5. Žičnjaci

Žičnjaci (*Agriotes ustulatus*, *A. sputator*, *A. obscurum*) (Slika 16.) se hrane korijenjem biljaka. Ponekad oštećuju sjeme i tek iznikle biljke. Mogu narasti i do 3 cm. Razvoj žičnjaka obično traje više godina (od 2 do 4) (<http://www.savjetodavna.hr/vijesti/1/3205/stete-od-zicnjaka-u-usjevima-kukuruza/>).



Slika 16. Ličinke žičnjaka

Izvor: <http://wiki.poljoinfo.com/wp-content/uploads/2015/04/zicnjak.jpg>

Ono što je vidljivo na poljima kukuruza je prorijeđenost sklopa, zaostajanje u rastu pojedinih biljaka i njihovo venuće (Slika 17.). Prilikom promatranja biljke kukuruza, u tlu, oko korijena moguće je pronaći duguljaste, uske, tvrde, žuto-narančaste ličinke. Simptomi propadanja kukuruzne biljke počinju sušenjem najmlađeg lista kukuruza, dok stariji, donji listovi imaju normalni izgled. Također, na biljci kukuruza moguće je uočiti mjesto ulaska ličinke u biljku (<http://www.savjetodavna.hr/vijesti/1/3205/stete-od-zicnjaka-u-usjevima-kukuruza/>).



Slika 17. Prorijeđeni usjevi kukuruza

Izvor: <http://www.savjetodavna.hr/adminmax/images/photos/savjeti/zicnjak080529d.jpg>

3. MJERE SUZBIJANJA ŠTETNIH ORGANIZAMA

Vodeći se spomenutim štetnicima u prethodnom poglavlju, razlikuju se četiri mjere zaštite kukuruza od štetnika:

- agrotehničke mjere
- mehaničke mjere
- biološke mjere
- kemijske mjere

Agrotehničke mjere trebale bi osigurati razvoj zdrave bilje, populaciju štetnika držati ispod kritičnog broja, čuvati prirodne neprijatelje, smanjiti primjenu pesticida i opasnost za osobe koje s njima rade te umanjiti opasnosti za okoliš. Bažok i sur. (2014.) pišu o nekoliko vrsta agrotehničkih mjera, a neke od njih su:

- obrada tla – odnosi se na pravilno zaoravanje biljnih ostataka što je od velike važnosti jer smanjuje napad brojnih štetnika; primjerice, gusjenice kukuruznog moljca prezime u kukuruznicu ili u stabljikama korova pa ako kukuruzinac nije dobro zaoran ili pak stabljike korova ostanu viriti iz tla, to će pospješiti uspješno prezimljavanje gusjenica i nastaviti njihov razvoj u proljeće
- sjetva – polazište je svake uspješne proizvodnje jer pojava štetnika i visina štete predstavlja rezultat u izboru sjemena, odabira polja, sjetve u optimalnim rokovima; primjerice, ranije zasijan kukuruz imat će bolje razvijen korijenov sustav kada se pojave ličinke kukuruzne zlatice pa će ga ličinke lakše pronaći i njime se hraniti što upućuje na kasniju sjetvu
- njega usjeva – odnosi se na mjere koje potiču zdrav i uravnotežen razvoj biljaka, a uključuju balansiranu gnojdbu, navodnjavanje i sl. što uvelike utječe na pojavu štetnika

Mehaničke mjere suzbijanja štetnika odnose se na postupke kojima se skupljaju i uništavaju štetnici ili se uz pomoć raznih mehaničkih prepreka sprječava njihov dolazak na usjeve. Drugim riječima, ove mjere odnose se na ručno skupljanje i izravno uništavanje štetnika pri čemu je važno biljne ostatke zaoravati, a ne spaljivati jer je to zabranjeno. Primjerice, sjeckanje kukuruznica nakon berbe kukuruza uvelike pridonosi uništavanju gusjenica kukuruznog moljca koji se nalazi u stabljikama (Bažok i sur., 2014.).

Biološke mjere suzbijanja štetnika podrazumijevaju uporabu prirodnih neprijatelja štetnika za njihovo suzbijanje na način da se namjerno i ciljano ispuštaju prirodni neprijatelji na poljoprivredne površine gdje se nalaze štetnici. Najčešće se govori o biopesticidima koji se dijele na makrobiološke agense (grabežljivce, parazitoide) i mikrobiološke agense (bakterije, gljivice, viruse i sl.), zatim prirodne pesticide i derivate nekih organizama (Bažok i sur., 2014.).

Kemijske mjere predstavljaju najučinkovitiji, ali ujedno i najskuplji način zaštite bilja od štetnika i raznih bolesti. Čak štoviše, upotreba kemijskih sredstava za zaštitu bilja predstavlja i jedan od temeljnih uvjeta za postizanje stalnih i visokih uroda poljoprivrednog i šumskog bilja. Kada se govori o kemijskim mjerama zaštite, jedna od najznačajnijih su pesticidi koji se upotrebljavaju u obliku prašiva, močivih prašiva, tekućina, plinova; zaštićuje se sjeme od štetnih kukaca prigodom sjetve i u skladištima. Naime, da bi se bilje zaštitilo od štetnih mikroorganizama i kukaca koji se nalaze u tlu, u njemu se suzbijaju uzročnici bolesti i kukci.

3.1. Mjere suzbijanja štetnih organizama na kukuruzu

Kod kukuruzne zlatice od agrotehničke mjere najvažnije je poštivanje plodoreda. Vrlo je važno da se kukuruz ne sije uzastopce. U vrijeme sjetve primjena granuliranih i tekućih insekticida koji se mogu aplicirati u trake i sjetva tretiranog sjemena.

Kada govorimo o mjerama suzbijanja štetnih organizama kod kukuruznog moljca, od agrotehničke mjere najvažnija je poštivanje plodoreda. Uništavanje kukuruzinca u kojem prezimljava kukuruzni moljac kao mehanička mjera. Kod biološke mjere primjena prirodnih neprijatelja – ispuštanja parazitskih osica koje će djelovati na jaja kukuruznog moljca. Kemijske mjere ne provode se osim na sjemenskim usjevima i na kukuruzu šećercu, a insekticide treba primijeniti 10-14 dana nakon maksimalne pojave leptira.

Kod kukuruzne sovice tretirano sjemena insekticidom pruža odgovarajuću zaštitu samo u slučaju ranijeg napada, a ukoliko se napad dogodi kasnije, tada se preporuča primjena insekticida najčešće u večernjim satima kada su gusjenice najaktivnije.

Kod kukuruzne pipe, od agrotehničke mjere važne su: višegodišnji plodored, te reguliranje nivoa vode na parcelama. Od kemijski mjera: sjetva sjemena tretiranog insekticidima jer djelomično smanjuje napad. Za suzbijanje žičnjaka prvenstveno treba pregledati tlo kako bi se utvrdio prag štetnosti. Suzbijanje se provodi sjetvom tretiranog sjemena, primjenom zemljišnih insekticida u trake ili kod vrlo jake populacije tretiranjem cijele površine što je najskuplje i ekološki najneprihvatljivije (Pinova, 2017.).

4. GENETSKI MODIFICIRANI ORGANIZMI (GMO)

Genetski modificirani organizam (GMO) se odnosi na sve organizme čiji je genski materijal promijenjen na način na koji se ne događa prirodno već pomoću tehnika genetičkog inženjerstva. Ta je tehnologija još poznata i pod nazivima „moderna biotehnologija ” ili „genska tehnologija ” odnosno, „tehnologija rekombinantne DNA "(Vrgoč, 2009.).

Genetičko inženjerstvo je skup biokemijskih postupaka kojima se izrezuju cijeli geni, njihovi dijelovi ili samo skupine gena iz DNK jednog organizma te njihovo umetanje u određeno mjesto u DNK nekog drugog organizma (najčešće takvog organizma koji ima jednostavno genetičko ustrojstvo i koji se može uzgojiti u velikim količinama) (Vrgoč, 2009.).

U GMO tehnologiji gen se prebacuje iz jedne vrste u drugu te se na taj način prebacuje neko svojstvo koje je kodirano jednim jedinim genom. U današnje vrijeme sve se više pokušava GMO modifikacijama poboljšati sastav proizvoda tj. proizvesti namirnice koje imaju veću prehrambenu vrijednost (Vrgoč, 2009.). Predviđa se da su u SAD-u nakon samo 3 godine uzgoja transgeni usjevi zauzeli 40% ukupnih površina pod kukuruzom (Jošt i Cox, 2003.).

Danas je poznato ukupno 16 genetski modificiranih kultura. To su kukuruz, soja, pamuk, uljana repica, rajčica, krumpir, šećerna repa, riža, pšenica, karanfil, bundeva, duhan, cikorija, lan, dinja i papaja. Na gotovo svim površinama uzgajane su pretežito četiri poljoprivredne kulture, i to soja (čak 60% svih površina GMO hrane), kukuruz (23%), pamuk (11%) i uljana repica (6 %) (.<http://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/hrana-i-zdravlje/651>).

4.1. GMO u Hrvatskoj

Upotreba insekticida uvelike je pridonijela povećanju uroda i kvalitete proizvoda. Smanjila je broj štetnih organizama. Kao negativna strana njihove upotrebe je zagađenje okoliša i pojava otpornosti pojedinih štetnika. Danas se genetičkim inženjeringom uz primjenu insekticida u borbi protiv štetnika stvaraju biljke otporne na štetne kukce. Ova mjera je za sada zakonski zabranjena u Hrvatskoj (Majić i sur., 2014.).

U Hrvatskoj su provedena istraživanja s transgenim hibridima kukuruza. Istraživanje utjecaja Bt hibrida na kukuruznog moljca prikazan je u radu (Raspudić i sur., 1999.). Transgen hibrida Landia Bt imao intenzitet napada kukuruznog moljca 20%, a Evelina Bt 0% u odnosu na klasičnu selekciju kod hibrida Evelina (52%) i Landia (98%).

U srpnju 2004. godine otkrivena su nova GM polja. Vlada je naredila uništavanje nasada na površinama Belja, IPK Ratarstvo i stočarstvo te vukovarskog Vupika od 1300 do 1500 ha zasijanih Pioneerovim sjemenom hibridnoga kukuruza. Analizom je utvrđeno da sjeme hibridnog kukuruza sadrži GMO. Većinu GM sjemena kukuruza zasijalo je 29 tvrtki i poljoprivrednih zadruga, a manji je broj zasijan na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima. Iako je kod nas bilo pokusnih GM polja, Hrvatska službeno još nije pretrpila nikakvu štetu od kontaminacije (Šutalo, 2006.).

Kukuruz *Bacillus thuringiensis* otpornost na kukce postiže ugrađivanjem gena za proizvodnju toksina iz bakterije (Bt) kao što je slučaj kod Bt kukuruza. Taj se toksin koristi u uobičajenoj poljoprivrednoj praksi kao konvencionalni insekticid. Proglašen je sigurnim za ljudsku uporabu. GM usjevi koji neprestano proizvode toksin iz bakterije *Bacillus thuringiensis* manje su zahtjevni obzirom na količinu insekticida. Dozvolu za stavljanje na međunarodno tržište za sada imaju kukuruz otporan na herbicide i kukce (Jurković i sur., 2010.).

4.2. GMO u svijetu

Kada govorimo o GMO proizvodima kukuruza, na naše tržište se smije staviti proizvod samo ako njegov udio u proizvodu ne prelazi 0,9 %. GMO kukuruz korporacije Bayer u Europi se većinom uzgaja u Španjolskoj. Španjolska je vodeća zemlja u EU sa 70 000 hektara pod GMO i jedina je europska tzv. biotech megadržava. GMO kukuruz MON 810 uzgaja se na samo 1,35 % cjelokupnih polja kukuruza u EU, i to pretežno u Španjolskoj, na 116.306 hektara. Ostalih sedam članica EU (Francuska, Češka Republika, Portugal, Njemačka, Slovačka, Rumunjska i Poljska) uglavnom uzgajaju Bt kukuruz na relativno malim površinama (Kalđerović, 2008.).

Površine zasijanje GM kukuruzom u Europi prikazane su u tablici 1.

Tablica 1. Prikazuje površine (ha) u EU zasijane GM kukuruzom

	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.	2012.	2013.
Španjolska	75.148	79.269	76.057	7.6575	97.325	116.306	136.962
Francuska	21.147	-	-	-	-	-	-
Češka	5.000	8.380	6.480	4.680	5.090	3.080	2.800
Portugal	4.500	4.851	5.094	4.868	7.723	9.278	8.171
Njemačka	2.685	3.171	-	-	-	-	-
Slovačka	900	1.900	857	1.248	760	189	100
Rumunjska	350	7.146	3.244	822	588	217	834
Poljska	320	3.000	3.000	3.000	3.900	4.000	-
Ukupno	110.050	107.717	94.750	91.193	115.386	133.679	148.867

Izvor: Majić i sur., 2014.

Sjemenarske institucije koje su registrirale GM kukuruz u EU: Monsanto, Syngenta, Pioneer i Dow AgroSciences, koje imaju više hibrida u koji je ugrađen gen (Tablica 2.) (Majić i sur., 2014.)

Tablica 2. Registrirani hibridi GM kukuruza u Europskoj uniji

Kompanija	hibrid	Introducirani gen	Djelovanje
Syngenta	Bt11	Cry1Ab	<i>Ostrinia nubilalis</i>
Pioneer i Dow	DAS1507xNK603	Cry1F	<i>Ostrinia nubilalis</i> ,

AgroSciences			<i>Sesamia</i> spp.
Pioneer i Dow AgroSciences	DAS59122	Cry34Ab1 Cry35Ab1	<i>Diabrotica</i> spp.
Pioneer i Dow AgroSciences	1507	Cry1F	<i>Ostrinia nubilalis</i>
Monsanto	MON810	Cry1Ab	<i>Ostrinia nubilalis</i>
Monsanto	MON863	Cry3Bb1	<i>Diabrotica</i> spp.
Monsanto	NK603xMON810	Cry1Ab	<i>Ostrinia nubilalis</i> , <i>Sesamia</i> spp.
Monsanto	MON88017	Cry3Bb1	Coleoptera
Monsanto	MON89034	Cry1A.105 Cry2Ab2	Lepidoptera
Pioneer	59122xNK603	Cry34Ab1 Cry35Ab1	Coleoptera
Monsanto	MON863xMON810 xNK603	Cry3Bb1 Cry1Ab	Coleoptera Lepidoptera
Monsanto	MON88017xMON810	Cry3Bb1 Cry1Ab	Coleoptera Lepidoptera
Monsanto	MON89034xNK603	Cry1A.105 Cry2Ab2	Lepidoptera
Pioneer	1507x59122	Cry1F Cry34Ab1 Cry35Ab1	Coleoptera Lepidoptera
Monsanto	MON89034xMON88017	Cry1A.105 Cry2Ab2	Coleoptera Lepidoptera

		Cry3Bb1	
Syngenta	MIR604xGA21	Cry3A	Coleoptera
Syngenta	BtMIR604xGA21	Cry1Ab Cry3A	Coleoptera Lepidoptera
Syngenta	MIR162	Vip3Aa20	Lepidoptera
Dow AgroSciences Monsanto	MON-89Ø34-3 x DAS- Ø15Ø7-1 x MON- 88Ø17-3 x DAS- 59122-7	Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F	<i>Ostrinia nubilalis</i> , <i>Sesamia</i> spp. <i>Diabrotica</i> spp.
Dow AgroSciences Monsanto	MON89034x1507 NK603	Cry1A.105 Cry2Ab2 Cry1F	<i>Ostrinia nubilalis</i> , <i>Sesamia</i> spp.

Izvor : Majić i sur., 2014.

GMO biljke kukuruza najčešće se koriste u borbi protiv kukaca iz reda Lepidoptera (*O.nubilalis*, *Sesamia* spp.), Coleoptera (*Diabrotica* spp.). Slika 18 prikazuje korijen kukuruza oštećen od gusjenica kukuruzne zlatice kod klasične selekcije i kod GMO biljke.



Slika 18. Korijen kukuruza oštećen od *D.virgifere virgifere*
lijevo – klasična selekcija. Desno GMO
(foto: E. Raspudić)

5. ZAKLJUČAK

Genetski modificirani organizmi (GMO) stvoreni su u novije vrijeme te je u njih ugrađen gen otpornosti prema nekim štetnicima. Kod kukuruza stvoreni su Bt hibridi kojima je unesen gen iz bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt). GMO hibrid kukuruza kao i ostale GMO biljke nemaju dozvolu za uzgoj u Hrvatskoj, dok u nekim zemljama EU imaju, a najviše se uzgajaju u SAD-u. GM kukuruz koristi se za suzbijanje kukuruznog moljca i kukuruzne zlatice.

6. POPIS LITERATURE

1. Bača, F., Čamprag, D., Kereši, T., Krnjajić S., Manojlović, B., Sekulić, R. i Sičev, I. (1995.): Kukuruzna zlatica – *Diabrotica virgifera* Le Conte, Društvo za zaštitu bilja Srbije Beograd, 112.
2. Čamprag, D., Bača, F., Kereši, T., Perić, I., Petrić, D., Sekulić, R., Sivčev, I., Spasić, R., Stanković, R. i Štrbac, P. (1998.) Pojava, štetnost i suzbijanje kukuruzne zlatice *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte. Društvo za zaštitu bilja Srbije, Beograd, 74-82.
3. Džoić D.: Prognoza pojave kukuruzne zlatice (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) na području Istočne Slavonije. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 2009.
4. Gvozdić, D. (2011.): Zaštita ratarskih kultura, skripta samo za internu upotrebu. Obrtničko – industrijska škola, Županja šk.godina 2010./2011.
5. Ivezić, M. (2008.): Entomologija, Kukci i ostali štetnici u ratarstvu. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 202.
6. Jošt M., S. Cox, T. (2003.): Intelektualni izazov tehnologije samouništenja. Ogranak Matice hrvatske Križevci.
7. Majić, I., Brmež, M., Raspudić, E., Sarajlić, A. (2014.): Insekticidi u zaštiti bilja. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 63.
8. Raspudić, E., Ivezić, M., Mlinarević, M. (1999.): Utjecaj transgenih Bt hibrida kukuruza na kukuruznog moljca. Glasnik zaštite bilja. Sažetci 43. Seminara iz zaštite bilja, Opatija 9.-11. 2. 1999, 6-7.
9. Sarajlić, A. (2015.) : Utjecaj abiotskih čimbenika na pojavu kukuruznog moljca (*Ostrinia nubilalis* Hübner).). Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, 123.
10. Ivana Šutalo (2006.): Socio-ekonomski i bioetički učinci primjene GMO-a. Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet Osijek.

Internet izvori:

1. Bažok, R., Gotlin Čuljak, T., Grubišić, D. (2014.): Integrirana zaštita bilja od štetnika na primjerima dobre prakse, dostupno na: http://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=249835 (26.8.2017.)
2. Ćosić, J., Ivezić, M., Štefanić, E., Šamota, D., Kalinović I., Rozman, V., Liška, A., Ranogajec, Lj. (2008): Najznačajniji štetnici bolesti i korovi u ratarskoj proizvodnji, dostupno na: http://www.obz.hr/hr/pdf/poljoprivredni_info_pult/2010/Najzna%C4%8Dajni%C5%A1tetnici,%20bolesti%20i%20korovi%20u%20ratarskoj%20proizvodnji.pdf (25.8.2017.)
3. GM (genetski modificirana) hrana; dostupno na: <http://www.zzjzdnz.hr/hr/zdravlje/hrana-i-zdravlje/651> (15.7.2017.)
4. Hrvatska enciklopedija (2017.): Zaštita bilja, dostupno na <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=66933> (26.8.2017.)
5. Kaluđerović, Ž. (2008.): GMO: Prvih dvanaest godina – stanje i perspektive, dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/42467> (17.5.2017.)
6. Pinova (2017.): Zaštita kukuruza od štetnika, dostupno na http://pinova.hr/hr_HR/baza-znanja/ratarstvo/kukuruz/zastita-kukuruz-a-od-stetnika (25.8.2017.)
7. Raspudić, E., Sarajlić, A., Ivezić, M., Majić, I., Brmež, M., Gumze, A. (2013.): Učinkovitost kemijskog suzbijanja kukuruznoga moljca u sjemenskome kukuruza. Poljoprivreda 19(1):11-15.
8. Savjetodavna služba (2014.): Štetnik kukuruzna pipa, 02.04.2014., dostupno na <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/13/533/stetnik-kukuruzna-pipa-itanymecus-dilaticollis-gyll-i/> (25.9.2017.)
9. Vrgoč, I. (2009.) Seminar iz zelene kemije, dostupno na: <http://www.pbf.unizg.hr/content/download/10708/50092/version/1/file/EGenetski+modificirana+hrana.pdf> (10.6.2017.)
10. Žuta kukuruzna ili pamukova sovica. Autor: Ivan Medved, dostupno na: <http://www.agroportal.hr/povrtlarstvo/20300> (10.2.2018.)

11. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske: žetvena površina, prirod po hektaru, i proizvodnja oraničnih usjeva u 2016., dostupno na: https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2017/01-01-14_01_2017.htm (3.6.2018.)
12. Jurković, Z., Miloš, S., Mrša, V., Knežević, D.(2010.): Krmiva, Pregled problematike genetski modificiranih organizama u Europskoj Uniji i Republici Hrvatskoj. Dostupno na: <https://hrcak.srce.hr/file/86460> (3.6.2018.).